



# Prise en compte de l'incidence des activités du castor (C. fiber L.) sur la reconstitution des dynamiques d'évolution du couvert végétal et des processus de turbification : quelques pistes de réinterprétation des diagrammes palynologiques

Alexandra Liarsou

## ► To cite this version:

Alexandra Liarsou. Prise en compte de l'incidence des activités du castor (C. fiber L.) sur la reconstitution des dynamiques d'évolution du couvert végétal et des processus de turbification : quelques pistes de réinterprétation des diagrammes palynologiques. 2013. halshs-00798773

**HAL Id: halshs-00798773**

**<https://shs.hal.science/halshs-00798773>**

Preprint submitted on 10 Mar 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Prise en compte de l'incidence des activités du castor (*C. fiber* L.) sur la reconstitution des dynamiques d'évolution du couvert végétal et des processus de turbification : quelques pistes de réinterprétation des diagrammes palynologiques

Alexandra Liarsou

Docteur en Archéologie, Ethnologie, Préhistoire – Université Paris 1

UMR 7041 ArScAn – Archéologies et Sciences de l'Antiquité

Membre associé, équipe Archéologies environnementales

Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie,

21 allée de l'Université,

92023 Nanterre Cedex – France

*Nota bene : figures en fin de document*

## Introduction

Peu d'études ont été menées en France sur le castor en tant qu'agent influençant l'évolution de la morphologie des zones humides, des plaines inondables cultivées ainsi que la composition du couvert végétal.

En revanche, il existe de nombreuses analyses de l'impact du castor sur les paysages pour l'espèce nord-américaine *Castor canadensis* K. (Naiman et al., 1988 : 753-762 ; Woo et Waddington, 1990 : 223-230 ; Coleman et Dahm, 1990 : 293-302 ; Hammerson, 1994 : 44-57 ; Gurnell, 1998 : 167-189 ; Aslan et Blum, 1999 : 193-209).

Il existe également plusieurs études archéologiques et paléoécologiques menées en Europe du nord et en Grande-Bretagne en particulier (Rowley-Conwy, 1982 : 199-215 ; Coles et Orme, 1983 : 95-102 ; Rains, 1987 : 272-277 ; Aalto et al., 1989 : 3-34 ; Coles, 1992 : 93-99 ; Harthun, 1997 : 99-106 ; Kraus et Wells, 1999 : 251-268 ; Coles, 2006).

Les investigations réalisées auprès de groupes de castors en activité sur une zone rivulaire déterminée et un laps de temps de quelques années (John et Klein, 2004 : 219-231 ; Nyssen, Pontzele et Billi, 2011 : 99-102) permettent de comprendre comment les endiguements et le creusement de canaux exercés par l'animal influent sur la structure de la strate herbacée et le couvert végétal des zones ripariennes.

Les analyses sédimentologiques et géomorphologiques permettent également de comprendre l'impact des aménagements du castor sur le faciès d'écoulement des eaux, l'évolution de la physionomie des zones humides ainsi que les processus de sédimentation des tourbières et de leurs marges.

## 1. Le castor : un agent constructeur de paysages aquatiques

Pour comprendre l'incidence que le castor a pu avoir sur l'évolution de la physionomie des zones humides (tourbières, mares), il faut d'abord rendre compte de l'importance de ses populations et détailler l'impact de ses activités sur la physionomie des eaux libres et des plaines inondables.

### 1.1 Démographie actuelle et présence sur les sites archéologiques

Le castor, aujourd'hui protégé et réintroduit, se disperse sur de nombreux cours d'eau à travers l'Europe. Ses effectifs sont passés de moins de 1 500 individus à près de 1 000 000 en quelques dizaines d'années.

Il fait l'objet d'un suivi démographique et migratoire plus ou moins assidu, les zones les plus abondamment renseignées étant celles de l'Europe du nord et de l'Europe centrale (par exemple : Czech et Schwab, 2001 ; Schwab et Lutschinger, 2001 : 47-50 ; Parker et al., 2001 : 77-95).

Plusieurs synthèses de la démographie et de la dispersion du castor sur les bassins hydrologiques sont disponibles (par exemple : Veron, 1992 : 87-108 ; Hallay et Rosell, 2003 : 91-101 ; Balodis, 1995 : 6-9 ; Czech, 1999 ; Danilov, 1995 : 10-16 ; Bevanger, 1995 : 1-16 ; Duha et Majzlan, 1997 : 7 ; Dzieciolowski et Gozdziwski 1999 : 31-35 ; Kostkan et Lehky 1997 : 307-310 ; Schwab, Dietzen et Lossow, 1994 : 9-31).

En France, le suivi des populations de castors est principalement assuré par l'Office National de la Chasse (Rouland et al., 1984 ;

Rouland, 1992 ; Rouland et al., 1997 ; Rouland et al., 2003) et par des agroécologues (Fustec et al., 2001 : 1361-1371 ; Fustec et al., 2003 : 192-199).

La réintroduction du castor est un succès écologique. La recolonisation des cours d'eau européens par cet animal « aménageur » de l'espace ne va pas sans poser de nombreux problèmes de gestion et sans susciter la colère des exploitants agricoles et forestiers<sup>1</sup>.

Par ailleurs, le castor est un animal fréquemment identifié dans les spectres fauniques des sites archéologiques. Le corpus de données publiées que nous avons réunies atteste de très nombreuses occurrences de castors à travers toute l'Europe, allant du Paléolithique final à la période Moderne (Liarsou, 2012 : 591-642).

La carte ci-après permet de localiser les occurrences diachroniques de castor (plus de 150) au sein des vestiges archéozoologiques des sites français et des zones voisines.

Figure 1 : sites archéologiques présentant des restes de castor sur les bassins hydrologiques français

➤ Chaque couleur correspond à une période, du Paléolithique final au Moyen-âge tardif.

### **1.2 Incidence du castor sur la composition du couvert végétal des espaces aquatiques et rivulaires**

L'incidence hydro-géomorphologique du castor sur le paysage est multiforme, en raison des barrages qu'il est susceptible de construire pour investir et habiter son espace.

Ceux-ci modifient les processus de sédimentation, le débit d'écoulement des eaux, la morphologie des plaines inondables, la physionomie des berges et du lit des rivières (voir à ce propos l'étude de l'implantation d'un groupe de castors sur une rivière du massif du Spessart en Allemagne, réalisée par S. John et A. Klein, 2004 : 219-231).

Ces transformations s'associent à une activité de déboisement soutenue et à la réalisation de canaux qui permettent à l'animal

de s'acheminer jusqu'à des sources de nourriture parfois éloignées de la zone rivulaire (Erome, 1982 : 185 ; Naiman, 1991 : 151-153 ; Medwecka-Kornas et Hawro, 1993 : 611-618 ; Rouland et al., 2003 : 8 ; Fustec et al., 2001 : 1361-1371 ; Zavyalov, 2002 : 43-49).

Les inondations successives qui se produisent sur les territoires occupés par le castor, en conséquence de ses activités d'endiguement, conduisent à l'apparition de cycles végétaux particuliers.

Couplés à des phases d'occupation et de réoccupation des espaces<sup>2</sup>, la destruction comme l'entretien de la repousse de certaines essences végétales forme un phénomène complexe. Le couvert végétal aura une physionomie différente selon l'étendue de la zone périphérique aux aménagements considérée et le type de milieu dans lequel les castors se sont implantés (Liarsou, 2005 ; Liarsou, 2012 : 77-90).

Dans les étangs créés par le castor, les arbres submergés meurent et s'y abattent, même les plus hydrophiles comme le saule (*Salix sp.*). Dans cet espace désormais ouvert, l'eau et l'ensoleillement permanents favorisent l'apparition d'une végétation aquatique diversifiée.

Ces taxons disposent de plusieurs moyens de dissémination. Les graines peuvent par exemple être dispersées par l'activité de transport des branches consommées ou utilisées par le rongeur, ainsi que par les boues de colmatage des digues (Medwecka et Hawro, 1993 : 611-618).

En périphérie immédiate de la zone mise en eau, les espèces peu hydrophiles disparaissent entièrement ; même l'aulne (*Alnus sp.*) ne supporte pas le taux d'humidité constant.

La végétation ripisylve augmente, notamment les taillis, ainsi que l'aire de répartition des ligneux que le castor sélectionne préférentiellement. La surface d'implantation des taxons aquatiques s'accroît également.

Dans un périmètre moins restreint, à quelques dizaines de mètres de distance, l'aulne est en revanche largement favorisé. Des essences caducifoliées et mêmes des espèces de conifères peuvent être aussi localement favorisées.

<sup>1</sup>LIARSOU A. 2013. *Biodiversité, entre Nature et Culture*, Éditions Sang de la Terre, Paris, à paraître en mai.

LIARSOU A. 2013. "Beaver (*Castor fiber* L.) and human societies interactions: long-term archaeozoological and historical approach", *Archaeological Review from Cambridge*, vol. 28.2, *Humans & Animals*, à paraître en Novembre.

<sup>2</sup> Dont les modalités, la durée, l'emplacement et l'emprise des aménagements sont variables.

Les mises en eau provoquées par les barrages de castors font dépérir les essences les moins hydrophiles (comme les chênes *Quercus spp.*<sup>3</sup>) au profit d'autres ligneux, qui sont principalement consommés (comme les salicacées, le saule, *Salix sp.* et le peuplier, *Populus sp.*).

Si ces bois tendres subissent une prédation soutenue, ils sont également favorisés en retour dans leur repousse et leur dispersion par les nouvelles conditions hydrologiques mise en place.

Le castor élimine les essences qui ne font pas partie du panel essentiel de son régime alimentaire. Toutefois, ses essences principalement consommées varient d'une région à l'autre, selon les préférences que les groupes ont développées. Ce phénomène résulte vraisemblablement d'adaptations aux conditions générales du couvert végétal (*Erôme, 1982 ; Danilov, 1995 : 10-16 ; Saveljev et al., 2002 : 434-439 et Parker, 2001 : 77-95*).

Selon le type de forêt et la densité du recouvrement végétal, les conséquences des coupes du castor seront différentes : dans les forêts de conifères, ces essences seront totalement détruites par les mises en eau (*Hartman, 1994 ; Bevanger, 1995 ; Parker, 2001 : 77-95*).

Dans ces milieux peu humides de type boréal et à boisement mono-spécifique, les défrichements sont les plus importants. L'essence principale est remplacée par une forêt mixte car les zones où l'ombre des arbres exclut tout peuplement diversifié laissent place à une clairière qui permet la multiplication des espèces végétales (*Danilov, 1995 : 10-16 ; Parker, 2001 : 77-95*).

Sur la durée, le castor contribue à la mise en place d'une végétation très diversifiée sur un périmètre restreint. La prédation qu'il exerce sur quelques espèces ligneuses principales maintient les forêts de feuillus des vallées à un stade « pionnier », augmentant la diversité végétale et empêchant la « fermeture » du milieu par un peuplement exclusif. En plus du recépage des saules, les castors éclaircissent les sous-bois par la taille d'autres arbustes (*Baguette, 1995 : 47-70 ; Vadrot, 2000*).

Cependant, au contact d'une population dense de castors, cette diversité

peut aussi devenir uniformisation puisque le boisement est progressivement éclairci à plus ou moins grande échelle par une sélection drastique des taxons qui peuvent s'adapter aux conditions engendrées par les endiguements, jusqu'à un renversement complet de la physionomie forestière le long des cours d'eau et à l'intérieur des terres.

Selon la densité des groupes de castors occupant une rivière et la disponibilité des ressources alimentaires, les castors se déplacent le long des berges.

Dans le temps, la physionomie locale des espaces alternativement occupés, inhabités et éventuellement réinvestis, évolue. Initialement, lorsque le castor s'implante sur une zone, il provoque la destruction des arbres à bois durs et la prolifération des arbres à bois tendre. Lorsque le castor a épuisé ses ressources ou qu'il a longuement disparu de cette zone, il se produit progressivement une nouvelle avancée des arbres à bois durs, après rupture des digues et sédimentation des mares<sup>4</sup>.

Précisons que lorsque les digues abandonnées se rompent, les étangs laissent rapidement place à de vastes prairies. Celles-ci sont très fertiles en raison du contenu minéral et organique qui s'y est accumulé.

Ces zones déjà travaillées par le castor peuvent être propices à de nouvelles mises en eau et réactivées périodiquement par des groupes différents, lorsque les ligneux désirés sont réapparus en quantité suffisante (par exemple : *Bluzma, 2003 : 8-14 ; Ulevicius et al., 2009 : 126-140*).

Le castor pratique ainsi une forme de mise en jachère des territoires, préparant leur réemploi par de nouveaux occupants. Plus les zones seront retravaillées par le castor, plus les modifications pourront être importantes et plus les terrains seront (re)mis en eau rapidement.

Le castor provoque donc des changements brusques dans la morphologie du paysage hydrique et végétal. Ces modifications peuvent être rémanentes sur la très longue durée (sur des centaines d'années), puisque les zones exploitées sont fréquemment réinvesties par plusieurs générations d'animaux (*John et Klein, 2004 : 219-231 ; Campbell et al., 2005 : 597-607 ;*

<sup>3</sup> Qui ne sont pas consommés par le castor, notamment en raison de l'acide tannique qu'ils contiennent.

<sup>4</sup> Mares résultant des endiguements des rivières exécutés par les castors.

*Fustec et al., 2001 : 1361-1371 ; Fustec et al., 2003 : 192-199 ; pour Castor canadensis K., voir : Morgan, 1868 ; Vernon-Bailey, 1929 : 23).*

Figure 2 : aperçu schématique des modifications du paysage induites par l'exploitation et la ré-exploitation de groupes de castor (schéma A. Liarsou)

- *Haut-gauche : Cours d'eau forestier avec végétation ripisylve abondante (arbres à bois dur et tendre).*
- *Haut-droite : Endiguement. Formation d'un étang. Déboisement (élimination des arbres les moins hydrophiles et prédation sur les hydrophiles).*
- *Bas-gauche : Rupture de la première digue. Construction d'une seconde digue. A la place de l'étang, la morphologie du cours d'eau et des berges s'est modifiée. De nouveaux bras de ruisseau aux eaux lentes peuvent apparaître ainsi qu'une nouvelle strate de végétation arbustive.*
- *Bas-droite : Réactivation après plusieurs années de l'ancienne digue par un nouveau groupe de castors. Extension des canaux et de la zone déboisée. Changement étendu de la morphologie végétale de la plaine inondable.*

## **2. Hypothèses concernant la restitution des paléo-environnements**

Nous allons tenter de mettre au jour quelques éléments caractéristiques de l'action du castor sur les milieux aquatiques. Nous espérons ainsi identifier quelques indicateurs permettant de déceler le rôle du rongeur dans la formation et l'évolution des tourbières et du couvert végétal (analyses des pollens prélevés dans les tourbières).

### **2.1 État de la recherche**

Dans une perspective de longue durée, le rôle joué par les activités et les déplacements des espèces animales sur la transformation des systèmes hydriques et sur la composition des assemblages biologiques, y compris sur les comportements et stratégies de subsistance des sociétés humaines, est plus volontiers envisagé par les pays anglo-saxons (*Butler, 1995 ; Rowley-Conwy, 1982 : 199-215 ; Kitchener et Conroy, 1997 : 95-108 ; Véra, 2005*) que par les pays latins, qui concentrent leurs recherches sur l'exploitation des espèces animales par les sociétés.

Ainsi, malgré le fait qu'une population de castors ait persisté sur le pourtour

rhodanien jusqu'au 20<sup>ème</sup> siècle, les études et récits traitant du castor dans la région ne se sont pas focalisés sur cette problématique.

Ils se sont concentrés sur la répartition, la disparition et les méthodes de chasse du rongeur (par exemple : *Bourdelle, 1929 ; Hugues, 1937 ; Cordier-Goni, 1947 ; Boitelle, 1953 ; Plantain, 1975 ; Veron, 1992 : 87-108 ; Léger, 1996 : 10-15 ; Vadrot, 2000*) ou exclusivement sur ses capacités éthologiques sans insister sur son influence sur le paysage (par exemple : *Coupin, 1931 ; Richard, 1967 : 339-470 ; 1980 ; Plantin, 1975 ; Blanchet, 1977 ; Erome, 1982*).

A l'inverse, dans les pays du nord de l'Europe (Scandinavie, Danemark et Grande-Bretagne), plusieurs études se sont attachées à repérer en stratigraphie les traces d'anciennes activités d'endiguement et de mise en eau de terrains auparavant secs provoqués par le castor (par exemple : *Franzen et Storch, 1975 : 233-303 ; Rains, 1987 : 272-277 ; Aalto et al., 1989 : 3-34 ; Harthun, 1997 : 99-106 ; Kraus et Wells, 1999 : 251-268*).

Des études ont également révélé le rôle potentiel qu'avait pu revêtir le castor sur les comportements et diverses stratégies de subsistance des groupes humains du Mésolithique et du Néolithique (*Coles et Orme, 1983 : 95-102 ; Coles, 1992 : 93-99 ; Coles, 2006*).

Il ne fait aucun doute que les bois rongés, les barrages (*Ukkonen 2001 : 19 ; Aalto et al., 1989 : 3-34 ; Aaris-Sorensen, 2009 : 12*) et les processus de turbification (*Wells et al., 2000 : 503-508*) soient identifiables par l'archéologie.

Pour la France, nous n'avons trouvé qu'une seule référence à la mise au jour d'une ancienne digue de castor (non datée) sur le lac de Saint-Andéol, découverte qui fût sujette à de nombreuses controverses (*Mortillet, 1872 : 527-533 ; Broca, 1872 : 522-526 ; Garrigou, 1872 : 347-362 ; Prunières, 1887 : 122-123 ; Cordier-Goni, 1947 : 94*).

L'hypothèse a déjà été émise que plusieurs séquences de déboisement, identifiées dans les diagrammes polliniques, soient dues aux effets de l'activité du castor (*Rowley-Conwy, 1982 ; Zvelebil et Rowley-Conwy, 1985 : 104-128*).

Évoquer la possibilité que des animaux, autres que l'homme, aient pu modifier le développement et la disparition de la forêt n'est pas une idée nouvelle (par exemple : *Smith, 1970 : 81-96*).

Le castor a déjà été étudié à plusieurs reprises dans cette optique dans quelques pays d'Europe (*Coles, 1992 ; Coles et Orme, 1983 : 95-102 ; Coles, 2006*).

Toutefois, le rôle du castor n'a été discuté que pour les séquences de déboisement des plaines lœssiques du nord de l'Europe et de Grande-Bretagne. La majorité des indices stratigraphiques qui pourraient être imputés aux activités du castor est encore pour le moment massivement attribuée à l'action anthropique, même lorsque aucun indice archéologique ne vient appuyer cette attribution comme le soulignent *Rowley-Conwy (1982 : 199-215) ; Zvelebil et Rowley-Conwy (1985 : 104-128)*.

Pourtant, il apparaît fréquemment impossible de mettre en relation les analyses polliniques – révélant des indices de défrichement – avec le facteur humain, puisque certains de ces événements se sont produits avant que les premiers artefacts aient été identifiés par l'archéologie.

Dans la majorité des cas où l'hypothèse de l'intervention du castor pourrait être posée, elle n'est pas discutée. Il n'est devenu habituel de prendre en compte l'action d'un animal comme pouvant entraîner des modifications substantielles de la structure des écosystèmes, similaires à celles qui sont provoquées par les sociétés humaines.

Le développement des tourbières, lorsqu'il n'est pas dû à un phénomène géologique, est lui aussi attribué aux effets de la déforestation par les premiers agriculteurs. Les reconstitutions du couvert végétal résultant de l'analyse des pollens recueillis dans les tourbières sont toujours pratiquées dans l'optique de définir le « degré d'anthropisation » du milieu. L'origine et les moyens d'appréhension des zones humides d'Europe pourraient subir une révision au regard de la prise en compte de l'activité des populations de castors durant l'Holocène.

Il est vraisemblablement possible d'évaluer la présence et l'impact d'anciennes populations de castors sur les paysages et par delà d'identifier leurs relations à d'éventuels

sites archéologiques. Il est possible d'étendre cette recherche d'indices au sein des sites d'habitats humains lorsque ceux-ci ont révélé l'exploitation de zones humides ou lorsque des paléo-chenaux ont été identifiés.

Comment mettre en exergue l'influence du castor sur la composition du couvert végétal et la formation des tourbières ?

## ***2.2 Éléments à prendre en considération pour percevoir l'incidence du castor***

La multiplication des travaux et analyses contemporaines réalisées sur le castor accentuent l'idée que la construction de digues constitue un important facteur de forçage des rivières quaternaires. Les barrages ont corrélativement une incidence sur le développement des plaines inondables dans les régions investiguées (Allemagne du Nord, Belgique). Les recherches confortent le rôle clef de l'activité de l'animal dans l'évolution de la physionomie des cours d'eau, l'extension et la morphologie des plaines alluviales des rivières d'ordre moyen ainsi que des formations tourbeuses (*John et Klein, 2004 : 219-231*).

Premièrement, comprendre la conception d'un barrage et l'agencement des matériaux peut éventuellement permettre d'identifier la présence ancienne d'une de ces constructions dans les couches sédimentaires. L'identification des restes de digues fossiles est le marqueur principal et le plus sûr de l'action du rongeur. Il faut toutefois pouvoir remonter à la base stratigraphique des tourbières et, en raison de phénomènes divers, la conservation des bois et de la structure des barrages n'est pas toujours certaine.

### **Figure 3 : éléments de construction d'un barrage de castor**

Deuxièmement, par l'intermédiaire de la synthèse des données écologiques actuelles, nous pouvons fournir quelques indications permettant de discriminer l'activité du castor des autres phénomènes (humains ou naturels) pouvant générer la formation de zones humides et la modification du couvert végétal des plaines alluviales.

Les endiguements tourbeux produits par les castors ne sont pas connectés à des



eaux permanentes, ce qui fait qu'ils sont moins lessivés, isolés et préservés d'une colonisation rapide par des espèces de macrophytes provenant de sources en eaux. C'est pourquoi la succession d'apparition des cortèges végétaux peut constituer un bon indicateur. Les populations d'invertébrés (diversité des espèces et des âges) pourraient également fournir de bons résultats. Par ailleurs, l'évolution de l'espace après rupture des digues et départ de l'animal produit également une physionomie typique, avec une ouverture prononcée du milieu, longuement entretenue par le brout des autres herbivores.

Ray et al. (2001 : 487-499) ont étudié la séquence successive de végétation aquatique qui apparaît dans les étangs de castor (pour l'espèce *C. canadensis* K.). Un large panel d'espèces, de composition hétérogène, coexiste longuement.

#### Figure 4 : composition de la flore d'un étang de castor par tranches d'âge

Après la rupture de la digue, les sédiments et matières organiques piégés se transforment. Le sol devient plus anaérobique et les nutriments sont libérés à cause de la minéralisation des éléments organiques. L'étang se draine graduellement.

Le niveau supérieur du ruisseau et les marges latérales sont les premières à l'être, pendant que de l'eau persiste autour des huttes et de l'emplacement de la digue. Les zones d'eau libre, de tourbe, de prairie humide et sèche coexistent après l'abandon d'un site occupé par le castor.

Par la suite, le castor peut recoloniser cette zone par intervalles, après 10 à 30 ans. Les étangs abandonnés qui n'ont pas été recolonisés développent des prairies dominées par les herbes et les *cyperaceae*, ou une végétation arbustive de marais dominée par l'aulne (*Alnus sp.*), les spirées (*Spiraea sp.*) et le houx (*Ilex aquifolium*).

Quand la prairie arrive à maturité, un nouveau chenal peut se développer à la base des sédiments et reformer le ruisseau d'origine. Le brout des herbivores peut entretenir longuement cette ouverture du milieu.

Des phénomènes de retrait et ré-avancée de la couverture forestière, de déclin

général des pollens d'arbres et en particulier de certaines essences (la différence entre les macro-fossiles et les pollens), l'augmentation des herbacées puis leur disparition à cause du brout des ongulés pourraient traduire l'occupation et l'activation périodique des sites. L'emplacement des sites étudiés et la topographie est également un indice à prendre en considération.

Coles (1992 : 67-73) décrit les cycles typiques dans les stratigraphies polliniques censés permettre d'identifier des activités anciennes de castor dans les formations boueuses et tourbeuses.

La mise en eau s'effectue rapidement et peut concerner tout type de terrains dont secs. Sur ce type de milieu, l'action du castor sera plus évidente à caractériser (système racinaire de taxons poussant sur sol sec).

Les apports de matériau sédimentaire important et hétérogène avec un changement brutal de la nature des dépôts ainsi qu'une physionomie des cours d'eau en ré-activation temporaire, responsable d'une potentielle formation tourbeuse, sont également de bons indices.

Dans certaines zones, le noisetier (*Corylus sp.*) pourrait s'avérer un bon indicateur de l'ouverture du milieu car il n'a pas de floraison lorsque la couverture végétale est supérieure à 30 %.

Il est nécessaire de distinguer les dépôts à l'intérieur des chenaux des sédiments de la plaine inondable submergée ; c'est-à-dire entre les sédiments profondément stratifiés et les sédiments fins et organiques formant les prairies de castor.

Par une étude géomorphologique, les structures créées par le rongeur peuvent être identifiées (étang et canal) à la couleur, la finesse et les modalités de stratification des sédiments (cf. John et Klein, 2004). L'importance des dépôts de ceintures d'avulsion est renforcée par leur préservation après que la digue se soit rompue.

Conjointement au déclin de l'orme (*Ulmus sp.*), une augmentation des insectes exclusivement saproxylophages participant à la décomposition des bois, suivie peu après par l'apparition de scarabées aquatiques, de graines de plantes aquatiques et de déjections d'insectes, pourraient constituer des indices de

la présence de l'animal (*Girling et Greig, 1977 : 45-47*). L'augmentation de ces groupes particuliers d'insectes pourrait suggérer l'implication du castor.

Sur des ruisseaux de montagne allemands, l'hétérogénéité de cette faune est plus importante dans la retenue et très basse dans l'étang. La densité d'apparition moyenne de la retenue est 3,2 fois plus élevée que celle de la section de ruisseau libre et 5,55 fois plus forte que celle de la section occupée par l'étang (*Rolauffs et al., 2001 : 201-212*).

Une étude paléo-entomologique pourrait également mettre en évidence le parasite spécifique du castor (*Platypsyllus castoris*), insecte symbiotique présent toute l'année sur les sites d'habitat de l'animal.

Enfin, l'association de commensaux comme le campagnol amphibie (en hiver) et le surmulot traduisent également sa présence. Ces rongeurs consomment les débris et extrémités de tiges d'arbres utilisés par le castor.

Il demeure pour le moment difficile de caractériser précisément l'action du castor dans les diagrammes palynologiques, avec la sédimentologie, les études morphologiques ou paléo-entomologiques.

La majorité des études conduites dans des étangs fossiles proviennent de l'Amérique du nord, ce qui ne permet qu'une comparaison restreinte avec les ambiances végétales de la zone paléarctique.

Par ailleurs, si les assemblages végétaux composant les barrages ont été étudiés sur les espaces actuels d'habitat du castor en Europe (comme en Allemagne), la méthodologie palynologique appliquée pour la reconstitution des paléo-environnements ne permet pas de caractériser ces phénomènes<sup>5</sup>.

Dans les diagrammes polliniques, les changements de composition végétale d'un espace suite à une mise en étang puis son assèchement sont repérables. Cependant, il faudrait effectuer des analyses très approfondies (quantification, successions précises des essences) pour pouvoir différencier l'action du castor d'accumulations polliniques signant un phénomène naturel et/ou un investissement humain.

Les successions écologiques examinées sur quelques dizaines d'années sont difficiles à envisager comme des marqueurs viables et transposables aux analyses de sources polliniques.

Les études entomologiques des zones occupées par le castor sont encore peu développées et cette problématique n'a jamais été envisagée en paléo-entomologie.

Enfin, il en est de même pour les signatures sédimentaires en stratigraphie, qui nécessiteraient de très fines études pour constituer un modèle transposable à la recherche de tels phénomènes en géo-archéologie. Il reste donc délicat de distinguer les transformations dues au castor des transformations dues à d'autres processus de dépôts fluvio-lacustres.

### **3. Relecture possible des enregistrements polliniques des tourbières ?**

Nous allons tenter de réinterpréter quelques hypothèses émises concernant les facteurs impliqués dans l'évolution des milieux humides résultant de l'analyse d'échantillons polliniques. Pour cela, nous examinerons deux études de cas :

- la tourbière de Glatinié (Mayenne), effectuée par *Barbier, Visset et Burnouf (2002 : 137-158)*
- le marais de l'Abîme à Molesme (Côte d'Or) effectuée par *Gauthier, Richard et Petit (2005 : 41-45)*.

La tourbière de Glatinié se situe au Nord de la ville de Laval, dans un vallon alimenté par un ruisseau temporaire, localisé sur la commune de Changé, au nord du hameau de Glatinié. Ce sondage a été réalisé sous forme de 11 carottages, effectués sur une surface de 2 800 km<sup>2</sup> environ (*Barbier, Visset, Burnouf, 2002 : 138*). Cette tourbière livre d'abondantes informations polliniques, couvrant de manière continue les périodes allant du Néolithique à nos jours. La séquence commence à 5035 ± 70 BP.

Le marais de l'Abîme se situe à proximité de la ville de Molesme. Ce forage a été réalisé dans une zone tourbeuse à l'écart de la dynamique alluviale de la Laigne (*Gauthier, Richard, Petit, 2005 : 42*). La conservation du matériel pollinique n'est pas

---

<sup>5</sup> Durée, taille et localisation des déforestations difficiles à préciser, caractère normatif des ambiances végétales, modulations en fonction du périmètre considéré.



toujours très bonne. La séquence commence à 9220 ± 130 BP.

### Figure 5 : localisation des deux sites

#### **3.1 L'analyse de Glatinié**

- Analyse et interprétations de *Barbier, Visset et Burnouf (2002)* :

Les auteurs résument que :

« les sédiments révèlent l'évolution de la pression anthropique sur le milieu végétal depuis le Néolithique jusqu'à nos jours. Dès la base du diagramme pollinique (5035 ± 70 B.P.), les premières traces de céréales sont détectées. Durant l'âge du Bronze, les coteaux environnants subissent une première phase de défrichement, mais il faut attendre le second âge du fer vers 2300-2400 B.P. pour enregistrer des activités agro-pastorales. Après une déprise agricole pendant le Bas-Empire, une recrudescence des pratiques culturelles et d'élevage est marquée, corrélativement à un déboisement drastique qui aboutit à un milieu ouvert » (*Barbier, Visset, Burnouf, 2002 : 138*)

Au Néolithique, l'analyse des pollens a fourni le support à l'interprétation d'un couvert forestier dense, avec de « modestes » déboisements, dominance du noisetier (*Corylus sp.*) et du chêne (*Quercus sp.*).

Les occurrences de céréales associées à des taxons nitrophiles témoignent d'une mise en culture précoce au cours du Néolithique moyen, dans un secteur pourtant pauvre en vestiges archéologiques (quelques éléments mobiliers cependant).

La zone marécageuse, colonisée par quelques cypéracées, est entourée d'une aulnaie importante. Cette séquence courte est interrompue (hiatus de sédimentation). Ce dernier (3 435 BP et 5 035 BP) se traduit par un changement brutal de nature des dépôts (passage tourbe/sable) et une perturbation des spectres polliniques (« pics anarchiques »). (*cf. ibid. : 144-145*).

La cause du phénomène serait à rechercher, d'après les auteurs, dans une modification du régime hydrique du ruisseau de la Morinière qui alimente actuellement un cours d'eau temporaire responsable de la formation de la zone tourbeuse.

Ainsi, une augmentation du débit de ce ruisseau pourrait être à l'origine d'un ravinement provoquant un apport de matériel grossier sur le site, devenant de plus en plus fin suite à une atténuation du débit, jusqu'à un retour à des conditions de relative stabilité permettant une stagnation d'eau à l'origine d'une nouvelle turbification. A la transition Bronze final/Hallstatt, il se produirait une récession anthropique parallèle à une reconquête forestière avec comme espèce végétale dominante et colonisatrice, le noisetier.

L'analyse de la composition des pollens enregistrerait également la reprise de quelques activités agricoles.

Au cours de la même période, une augmentation de débit du ruisseau alimentant la zone marécageuse provoque un changement de sédimentation (matériel minéral occasionnant un dépôt de vase organique) et induit vraisemblablement une légère montée du niveau d'eau.

Ce phénomène permet aux espèces aquatiques de se développer de manière plus importante dans les mares les plus profondes et le lit du ruisseau. En bordure du marais, l'aulne (*Alnus sp.*), pouvant supporter des conditions d'humidité édaphique importantes, persiste sur des marges de plus en plus détrempées contrairement aux saules et aux bouleaux qui régressent au profit des cypéracées. (*ibid. : 145-146*).

Durant la période de La Tène, il se produirait une ouverture franche du milieu avec augmentation des taxons céréaliers, un système prairial dominant et un gain de terres cultivables et de mises en pâture par des communautés humaines à nouveau présentes à proximité du site. Les nombreux sites archéologiques suggèrent une pression démographique et une augmentation consécutive des activités agropastorales avec développement d'une « proto-industrie ».

Une reprise de la turbification au cours de cette phase indique un retour à une stabilité du régime hydrique du ruisseau ; ce phénomène est désormais attribué au travail des groupes humains (réseau de drainage).

Il se produit un abaissement du niveau d'eau dans la zone marécageuse et une raréfaction des espèces aquatiques. Les marges moins humides, en périphérie de l'aulnaie,

autorisent à nouveau le développement des bouleaux (*Betula sp.*) et saules (*Salix sp.*) au détriment des cypéracées.

2 000 BP (359 BC-133 AD) marque la fin de l'épisode laténien. Durant la période gallo-romaine, au niveau de la zone marécageuse, l'extension de l'aulnaie se confirme, mêlée avec quelques rares saules ainsi que des bouleaux et surtout des frênes (*Fraxinus sp.*) qui s'implantent largement. Une nouvelle augmentation du niveau d'eau, confirmée par la courbe continue d'espèces aquatiques, semble à l'origine de la disparition brutale des frênes et des saules puis de la régression des bouleaux, tandis que les polypodiacées sporulent fortement, bénéficiant de ce regain d'humidité. (*ibid.* : 147).

Au début du Moyen-Âge, la ceinture marécageuse est en cours d'assèchement. Il y a réimplantation du bouleau et du saule. Les espèces aquatiques disparaissent au profit des espèces palustres. Cette ceinture marécageuse est totalement envahie par l'aulnaie (à 80 %), témoignant d'une désaffection des hommes pour ce secteur en tant qu'hypothétique zone de pâture ou prés de fauche. (*ibid.* : 149-150).

#### ■ Discussion :

Une réinterprétation possible des modifications rapides du terrain et des conditions d'humidité qui ont été mises en exergue par l'analyse de cette séquence pollinique relativement courte et détaillée, pourrait être pratiquée en faveur de l'action du castor.

Une première interruption de lecture « normale » du spectre pollinique de la tourbière à la fin du Néolithique n'exclut pas l'intervention du rongeur sur la zone puisqu'il est question pour l'auteur :

- d'un changement brutal de nature des dépôts
- de la présence de tourbe et de sable
- d'une « perturbation » des spectres polliniques caractérisée par des pics.
- de modifications rapides et très importantes des conditions d'humidité, alternant avec des phases sèches.

Ces phénomènes, caractéristiques d'un changement de régime du cours d'eau qui alimente la tourbière, pourraient être l'indicateur de l'activité du castor ; ce dernier

provoquant une mise en eau rapide, des modifications du régime des ruisseaux, un déboisement important sur des essences choisies (ce que peut induire l'enregistrement de « pics »). De plus, pour les auteurs, il ne fait aucun doute que le ruisseau de la Morinière alimentât un cours d'eau temporaire, responsable de la formation de la zone tourbeuse.

Cette indication est particulièrement intéressante concernant l'hypothèse de l'action du rongeur, et ceci, pour plusieurs raisons :

- le castor construit fréquemment des barrages sur les petits cours d'eau comme la Morinière (*Blanchet, 1977 ; Erome, 1982 ; Vadrot, 2000...*) ;

- le cours d'eau temporaire est typique des modifications engendrées par le castor : création d'un canal, détournement d'une partie des eaux, parfois jusqu'à l'avulsion complète (*John et Klein, 2004 : 219-231*) ;

- ce cours d'eau temporaire est à l'origine de la mise en eau de la zone tourbeuse : il est possible que les castors aient créé puis réutilisé ce système marécageux. Nous savons qu'il est très fréquent que le rongeur réactive une zone déjà travaillée par lui, devenant plus accueillante d'années en années (*Bluzma, 2003 : 8-14*).

- l'apport de matériel sédimentaire « grossier » peut également révéler la présence du castor (*John et Klein, 2004 : 225-226*). Une étude approfondie de tous ces facteurs parviendrait probablement à déterminer l'origine de ces changements. L'hétérogénéité, la disposition et le volume de sédiments peuvent être révélateurs de la construction d'une digue et d'une accumulation sédimentaire ;

- l'abandon relativement rapide du site est également caractéristique : avec la rupture des digues, la situation redevient « normale ».

- l'emplacement des modifications hydriques et leur répétition sur le même tronçon du cours d'eau peut signaler la présence répétée du castor.

- la baisse brutale de la présence des essences de référence dans l'alimentation du castor est également signifiante.

L'augmentation du niveau des eaux durant la Protohistoire avec dépôt de vase pourrait aussi être imputable au castor.

Si le castor a remanié cette zone tourbeuse, il est certain que l'analyse pollinique est biaisée par les préférences

alimentaires de l'animal et la sélection qu'il a exercée sur la végétation<sup>6</sup>.

Cette zone attire, à la fin du second Age du Fer, les activités humaines (drainage, zone de pâture, prés de fauche).

Nous pouvons émettre l'hypothèse que cette attraction soit provoquée par l'abandon d'un site travaillé par le castor, rendu favorable aux activités économiques, qui, à leur tour, soient venues renforcer la pérennité des transformations hydrogéomorphologiques de la zone.

Lorsque les endiguements du castor ne sont plus entretenus, la prairie humide qui se forme progressivement fait apparaître des rudérales comme celles identifiées dans le diagramme.

Enfin, l'interprétation du diagramme en termes de déprise humaine à partir du premier Moyen-Age pourrait aussi se lire comme la conséquence de la disparition totale du castor de ce milieu.

#### Figure 6 : essai de relecture de quelques séquences du diagramme pollinique

### **3.2 Le marais de Molesme**

- Analyse et interprétations de *Gauthier, Richard et Petit (2005)* :

Les enregistrements de Molesme présentent une séquence qui débute plus anciennement que celle de Glatinié. Cet exemple est donc complémentaire du précédent. Nous allons considérer les interprétations des enregistrements polliniques qui ont été formulées pour la période Boréale et Atlantique.

- Discussion :

Nous avons évoqué le fait que les étangs abandonnés par un groupe de castor, et qui n'ont pas été recolonisés par de nouveaux groupes de castors, développent généralement :

- des prairies dominées par les herbacées et les *cyperaceae*, ou,
- une végétation arbustive de marais dominée par l'aulne (*Alnus sp.*).

L'action préalable du castor pourrait potentiellement expliquer l'enregistrement d'un pic de Cypéracées (sur l'échantillon 255 cm). *Gauthier, Richard, Petit (2005 : 44)* expliquent que ce pic : « pourrait être la preuve d'un phénomène local, sa place dans la chronologie et les comparaisons avec les données malacologiques ne permettant pas de l'attribuer clairement à un changement climatique plus global ».

Il en est de même pour l'observation faite à propos des échantillons concernant la première partie de la période Atlantique (230-175 cm).

Les cypéracées montrent des pourcentages importants qui ne « pourraient traduire qu'une transformation de la végétation de ce marais dont la cause serait strictement locale (changement des écoulements entraînant une humidification plus importante des terrains environnants par exemple) ».

### **Conclusion**

La grille de lecture ici esquissée est à affiner et les hypothèses de réinterprétation posées à consolider par l'examen d'exemples supplémentaires.

Il est évident que l'action du castor et de l'homme peuvent être conjointes ou alternatives. Il n'est pas question de remettre en cause les interprétations qui ont été formulées concernant l'impact anthropique potentiel sur l'évolution du couvert végétal ou l'impact géologique et climatique sur les transformations de la physionomie des zones marécageuses et de l'écoulement des eaux.

Pendant, l'intervention du castor est à envisager ; cette hypothèse n'excluant donc pas les autres facteurs.

Pour le moment, aucun modèle ni aucune méthode n'a été élaborée afin de définir les critères mettant en évidence l'influence des activités du rongeur dans les diagrammes polliniques et les analyses de sédiments.

Une étude approfondie nécessiterait de nombreux procédés d'échantillonnage (études xylologiques sur les bois naturels, nouvelles méthodes de prélèvement des pollens et de coupes dans les sédiments alluvionnaires...).

De nouvelles investigations permettraient d'identifier des indicateurs

<sup>6</sup> C'est la présence/disparition des essences de prédilection du castor qui constituera un indicateur.

supplémentaires. Il faudrait entreprendre une étude détaillée des pollens retrouvés dans le contexte d'une implantation de castors contemporaine ; ceci, afin de caractériser comment les essences se répartissent (proportion et emplacement des restes de pollens d'espèces consommées, pollens d'espèces disparues suite à la mise en eau rapide des terrains).

Dans les diagrammes, il faudrait distinguer les pollens de la tourbière et les pollens recueillis en stratigraphie à quelques centaines de mètres de circonférence.

Il faudrait examiner de manière schématique quelle population ligneuse disparaît en premier lieu, soit indirectement (corrélativement à la modification de la physionomie du milieu), soit directement (par prédation de l'animal sur ces essences).

Il faudrait dresser un état des lieux des taxons initialement consommés et éliminés sur les sites d'introduction du rongeur, en fonction des topographies et des zones écogéographiques.

Il faudrait également analyser quelles espèces sont ensuite favorisées à la repousse puis consommées à leur tour lors d'une installation pérenne. L'espèce consommée dans un premier temps n'est certainement pas celle que les castors préfèrent et qu'ils veulent voir se développer ; ces premières « volontés »

répondent sûrement à des modalités de gestion et de mise en valeur du territoire pour le groupe.

Il faudrait ensuite comparer de manière systématique les séquences polliniques et le faciès des dépôts sédimentaires sur des zones d'occupation actuelles du castor avec les analyses palynologiques et géomorphologiques réalisées sur les sites archéologiques où des restes de castor ont été identifiés.

Dans ces conditions, et avec une grille de lecture détaillée, il serait vraisemblablement possible d'identifier précisément la stratification des tourbières, avec des périodes de mise en eau et d'assèchement sur des séquences de plusieurs centaines d'années, dans lesquelles l'évolution des morphologies hydriques et végétales dues aux castors et aux hommes seraient discriminables.

Comprendre les modifications hydrologiques et végétales engendrées par les endiguements du castor et ses activités de déboisement permettra de relire certaines analyses environnementales à la faveur de l'intervention de l'animal. Des diagrammes palynologiques réalisés plus fréquemment dans les vallées pourraient s'avérer fort utile à une meilleure connaissance de ce phénomène.

## **Bibliographie**

AALTO M., DONNER J., HIRVAS H. & NIEMELÄ J., 1989 – An interglacial beaver dam deposit at Vimpeli, Ostrobothnia, Finland, Geological Survey of Finland Bulletin, 348: 1-34.

AARIS-SØRENSEN K., 2009 – Diversity and dynamics of the mammalian fauna in Denmark throughout the last glacial-interglacial cycle, 115-0 kyr BP, Fossils and Strata, *an international monograph series of palaeontology and stratigraphy*, 57.

ASLAN A. & BLUM M. D., 1999 – Contrasting styles of Holocene avulsion, Texas Gulf Coastal Plain. In: N.D. Smith et J.J. Rogers (eds.), Fluvial Sedimentology VI, International Association of Sedimentologists Special Publication, 28: 193-209.

BAGUETTE T., 1995 – Le castor : un instrument de gestion pour les fonds de vallée en Belgique. Etude des potentialités d'accueil du castor dans deux systèmes hydrographiques fagnards : la vallée du Roer et l'amphithéâtre des sources de la Vesdre, *Cahiers d'éthologie*, 15 (1) : 47-70.

BALODIS M., 1995 – "Beavers in Latvia", In: A. Ennala et S. Lahti (eds.), *Proceedings of the Third Nordic Beaver Symposium*, 1992, Finland, 1995: 6-9.

BARBIER D., VISSET L. & BURNOUF J., 2002 – Une source pollinique et son exploitation : à propos de la tourbière de Glatinié (Mayenne), *Histoire et sociétés rurales*, n°18 (2) : 137-158.

BEVANGER K., 1995 – Beverens gjenerobring av Norge. In : K. Brox (ed.). *Natur*, Tapir Forlag, Trondheim, Norway.

BLANCHET M., 1977 – Le castor et son royaume, Lausanne, Delachaux et Niestlé.

BLUZMA P., 2003 – Beaver abundance and beaver site use in a hilly landscape (eastern Lithuania), *Acta zoologica Lituanica*, 13 (1): 8-14.

BOITELLE J., 1953 – Les derniers castors de France, Toulouse.

BOURDELLE E., 1929 – La protection du castor, *Revue d'Histoire Naturelle appliquée* : 367-399.

BROCA P., 1872 – Excursions anthropologiques dans la Lozère. Caverne sépulcrale de l'Homme Mort. Castors du lac Saint-Andéol, *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, VII : 522-526.

BUTLER D.R., 1995 – *Zoogeomorphology Animals as Geomorphic agents*, Cambridge, Cambridge University Press.

CAMPBELL R., ROSELL F., NOLET B. & DIJKSTRA V., 2005 – Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58 : 597-607.

COLEMAN R. & DAHM C., 1990 – Stream geomorphology: effects on periphyton standing crop and primary production, *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 9 : 293-302.

COLES J. M. & ORME B. J., 1983 – *Homo sapiens* or *Castor fiber*?, *Antiquity* Cambridge, 57 (220) : 95-102.

COLES B., 1992 – Further thoughts on the impact of beaver on temperate landscapes. In : S. Needham et M.G. Macklin (eds), *Alluvial Archaeology in Britain Oxbow Monograph 27*, Oxford, Oxbow books : 93-99.

COLES B., 2006 – *Beavers in Britain's Past*, WARP Occasional Paper 19, Oxford, Oxbow books.

CORDIER-GONI P., 1947 – *Castor du Rhône*, Paris, Albin Michel.

COUPIN H., 1931 – Les constructeurs de digues. In : *Les arts et métiers chez les animaux*, Paris, Vuibert : 346-359.

CZECH A. & SCHWAB G., 2001 – Introduction. In : A. Czech et G. Schwab (eds), *The European Beaver in a new millenium*, Proc. 2<sup>nd</sup> EBS, 27-30 septembre 2000, Bialowieza (Poland), Krakau : 5-7.

CZECH A., 1999 – The status of the European beaver in Poland. In : *Proceedings of the Third International Symposium Semi-aquatic mammals and their habitats*, 25-27 Mai 1999, Universitat Osnabrück, Osnabrück, Germany.

DANILOV P., 1995 – Canadian and European beavers in Russian northwest, *The third Nordic beaver symposium*, 15-17 septembre 1992 : 10-16.

DUHA J. & MAJZLAN O., 1997 – The first reintroduction of beaver in Horna Orava in Slovakia. In : K. Pachinger (ed.), *Proceedings European Beaver Symposium*, 15-19 September 1997, Comenius University, Bratislava, Slovakia : 7.

DZIECIOŁOWSKI R. & GOZDZIEWSKI J., 1999 – The reintroduction of the European beaver *Castor fiber* in Poland: a success story. In : P. Busher et R. Dzieciolowski (eds.), *Beaver protection*,

management and utilization in Europe and North America, Kluwer Academic Plenum Publishers, New York, USA : 3135.

EROME G., 1982 – Contribution à la connaissance éco-éthologique du castor dans la vallée du Rhône, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon.

FRANZEN J.L. & STORCH G., 1975 – Die unterpliozäne (turolische) Wirbeltierfauna von Dorn-Dürkheim, Rheinhessen (SW-Deutschland) : 1, Entdeckung, Geologie, Mammalia : Carnivora, Proboscidea, Rodentia, Senckenbergiana lethaea, 56 (4-5) : 233-303.

FUSTEC J., LODE T., LE JACQUES D. & CORMIER J.-P., 2001 – Colonisation, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of beavers *Castor fiber* in the Loire, Freshwater Biology, 46 : 1361-1371.

FUSTEC J., CORMIER J.-P. & LODE T. – Beaver lodge location on the upstream Loire River, C.R. Biologies, 326: 192-199.

GARRIGOU P., 1872 – Sur les bois incisés du lac de Saint-Andéol, Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris, 7 : 347-362.

GAUTHIER E., RICHARD H. & PETIT CH., 2005 – Analyses polliniques du marais de l'Abîme à Molesme (Côte-d'Or, France). In : Ch. Petit (dir.), Occupation et gestion des plaines alluviales dans le Nord de la France de l'âge du Fer à l'époque gallo-romaine, Actes de la table-ronde de Molesme, 17-18 septembre 1999, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2005 : 41-45.

GIRLING M. & GREIG J., 1977 – Palaeoecological investigations of a site at Hampstead Heath, London Nature, 268: 45-47.

GURNELL A.M., 1998 – The hydrogeomorphological effects of beaver dam-building activity, Progress in Physical Geography, 22 (2): 167-189.

HALLEY D. & ROSELL F., 2003 – Population and distribution of European beavers (*Castor fiber*), Lutra, 46 (2) : 91-101.

HAMMERSON G.A., 1994 – Beaver (*Castor canadensis*) Ecosystem Alterations, Management and Monitoring Natural Areas Journal, 14: 44-57.

HARTHUN M., 1997 – Strukturveränderungen von Mittelgebirgs-Bächen durch Biber-Aktivitäten im hessischen Spessart, Jahrbuch Naturschutz in Hessen, 2 : 99-106.

HARTMAN G., 1994a – Long-term population development of a reintroduced beaver population in Sweden, Conservation Biology, 8 (3): 713-717.

HARTMAN G., 1994b – *Ecological studies of a reintroduced beaver Castor fiber population*, Ph.D. thesis, Swedish University for Agricultural Sciences, Uppsala.

HUGUES A., 1937 – Les castors du Rhône et les inondations, Mammalia, 1 (5), n.p.

JOHN S. & KLEIN A., 2004 – Hydrogeomorphic effects of beaver dams on floodplain morphology: avulsion processes and sediment fluxes in upland valley floors (Spessart, Germany), Quaternaire, 15 (1-2) : 219-231.

KITCHENER A. & CONROY J., 1997 – The history of the Eurasian Beaver *Castor fiber* in Scotland, Mammal review, 27 (2): 95-108.



KOSTKAN V. & LEHKY J., 1997 – The Litovleske Pomoravl floodplain forest as a habitat for the reintroduction of the European beaver *Castor fiber* into the Czech Republic, *Global Ecology and Biogeography Letters*, 6 : 307-310.

KRAUS M. & WELLS T., 1999 – Recognizing avulsion deposits in the ancient stratigraphical record. In: N.D. Smith et J. Rogers (eds.), *Fluvial Sedimentology VI*, International Association of Sedimentologists, Special Publication, 28 : 251-268.

LEGER F., 1996 – Note sur l'histoire de la présence du *Castor fiber* sur le bassin versant de la Seine, *Bulletin ONC*, 217 : 10-15.

LIARSOU A., 2005 – Un exemple de biodiversité historique : le Castor (*Castor fiber*) et la loutre (*Lutra lutra*) en France depuis 18 000 ans, mémoire de DEA, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, 152 p.

LIARSOU A., 2012 – Contribution de l'archéologie à la réflexion sur le partage entre nature et culture et mise en perspective des stratégies de gestion de la biodiversité : analyse de quelques interactions entre les sociétés humaines et d'autres espèces animales, thèse de doctorat, Université Paris I-Panthéon Sorbonne, 699 p.

LIARSOU A., 2013 – *Biodiversité, entre Nature et Culture*, Éditions Sang de la Terre, Paris, à paraître en mai.

LIARSOU A., 2013 – "Beaver (*Castor fiber* L.) and human societies interactions: long-term archaeozoological and historical approach", *Archaeological Review from Cambridge*, vol. 28.2, *Humans & Animals*, à paraître en Novembre.

MEDWECKA-KORNAS A. & HAWRO R., 1993 – Vegetation on beaver dams in the Ojcow National Park (Southern Poland), *Phytocoenologia*, 23 : 611-618.

MORGAN L. H., 1868 – *The American Beaver and his works*, Philadelphia, J.B. Lippincott et C<sup>ie</sup>.

MORTILLET G. (de), 1872 – Bois incisés de Saint-Andéol, *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris*, 7 : 527-533.

NAIMAN R., JOHNSTON C. ET KELLEY J., 1988 – Alteration of North American Streams by Beaver, *Biscay*, 38 (11) : 753-762.

NAIMAN R., 1991 – Influence of forests on streams. In: McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology, McGraw Hill Book Company, New York : 151-153.

NYSSSEN J., PONTZEELE J. & BILLI P., 2011 – Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams : example from the Chevral in the Ourthe Orientale basin, Ardennes, Belgium, *Journal of hydrology*, 402 (1-2) : 99-102.

PARKER H., HAUGEN A., KRISTENSEN O., MYRUM E., KOLSING R. & ROSELL F., 2001 – Landscape use and economic value of Eurasian beaver (*Castor fiber*) on a large forest in south-east Norway. In : P. Busher et Y. Gorshkov (eds.), *Proceedings of the First Euro-American Beaver Congress*, Volga-Kama National Nature Zapovednik, Kazan, Russia, 24-28 août 1999 : 77-95.

PLANTAIN P. H., 1975 – *Au pays des castors*, collection Nature, Paris, Stock.

PRUNIERES P., 1887 – *Bois rongés par les castors du lac de Saint-Andéol*, AFAS, La Rochelle, 1882, et P.V. Sté. des Lettres de l'Aveyron : 122-123.

RAINS B., 1987 – Holocene alluvial sediments and a radio-carbon dated relict beaver dam, Whitemud Creek, Edmonton, Alberta Canadian Geographer, 31 : 272-277.

RAY A. M., REBERTUS A. J., & RAY H. L., 2001 – Macrophyte succession in Minnesota beaver ponds, Can. J. Bot., 79(4) : 487-499.

RICHARD P., 1967 – « Le déterminisme de la construction des barrages chez le Castor du Rhône », *La Terre et la Vie*, 4 : 339-470.

RICHARD B., 1980 – Les Castors, Collection Faune et flore de France, Paris, Balland éditeur.

ROBINSON S., BEAUDOIN A., FROESE D., DOUBT J. & CLAGUE J., 2007 – Plants macrofossils associated with an Early Holocene beaver dam in interior Alaska, Arctic, 60 (4) : 430-438.

ROLAUFFS P., HERING D. & LOHSE S., 2001 – Composition, invertebrate community and productivity of a beaver dam in comparison to other stream habitat types, *Hydrobiologia*, 2001, 459 : 201-212.

ROULAND P., PERRAUD P. & NOZERAND R., 1984 – Le castor, capture et réintroduction. Contribution à la gestion de l'espèce, Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse, 183 (fiche 78).

ROULAND P., MIGOT P. & LANDRY P., 1997 – Le castor dans le sud-est de la France, Paris, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.

ROULAND P., LEONARD Y., MIJOT P., 2003 – Le castor sur le bassin de la Loire et en Bretagne, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Paris.

ROULAND P., 1992 – Essai de synthèse nationale sur la réintroduction du castor en France et perspectives. In : Actes du 14<sup>ème</sup> colloque francophone de mammalogie de la SFEPM, Orléans : 32-57.

ROWLEY-CONWY P., 1982 – Forest grazing and clearance in temperate Europe with special reference to Denmark: an archaeological view. In: S. Limbrey et M. Belle (eds), *Archaeological aspects of woodland Ecology*, BAR international Series 146, Oxford : 199-215.

SAVELJEV A.P., STUBBE M., STUBBE A., UNZHAKOV V. & KONONOV S., 2002 – Natural movements of tagged beavers in Tyva, Russian Journal of Ecology, 33 : 434-439.

SCHWAB G., DIETZEN W. & VON LOSSOW G., 1994 – Biber in Bayern : Entwicklung eines Gesamtkonzeptes zum Schutz des Bibers, Schriftenreihe Bayerische Landesamt für Umweltschutz 128 : 9-31.

SCHWAB G. & LUTSCHINGER G., 2001 – The return of the beaver (*Castor fiber*) to the Danube watershed. In : A. Czech et G. Schwab (eds) : *The European Beaver in a new millennium. Proceedings of 2<sup>nd</sup> European Beaver Symposium*, 27-30 Septembre 2000, Białowieża, Poland, Carpathian Heritage Society, Kraków : 47-50.

SMITH A., 1970 – The influence of mesolithic and neolithic man on British vegetation: a discussion. In : D. Walker et R. West (eds.), *Studies in the vegetational History of the British Isles*, Cambridge, University Press, 1970 : 81-96.

UKKONEN P., 2001 – Shaped by the Ice Age, reconstructing the history of mammals in Finland during the Late Pleistocene and early Holocene, Yliopistopaino, Helsinki. Ressource consultée en ligne : <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/2690/shapedby.pdf?sequence=2> (le 10 mars 2007).

ULEVICIUS A., JASIULIONIS M., JAKSTIENE N. & ZILYS V., 2009 – Morphological Alteration of Land Reclamation Canals by Beavers (*Castor fiber*) in Lithuania, Estonian Journal of Ecology, 58 (2) : 126-140.

VADROT M. C., 2000 – Le castor, Arles, Actes Sud.

VERA F., 2005 – The effects of large herbivores on vegetation dynamics in temperate Europe. *In*: Luxmoor R. et Fenton J. (eds), The role of large herbivores in shaping the upland landscapes of Britain, what does the science of herbivore ecology tell us? Report of a seminar at Battleby, Perth, Scotland.

VERNON-BAILEY M., 1929 – Des mœurs du castor et des expériences sur son élevage, Revue d'Histoire Naturelle appliquée : 23-32.

VERON G., 1992 – Histoire biogéographique du castor d'Europe, Mammalia, 56 (1) : 87-108.

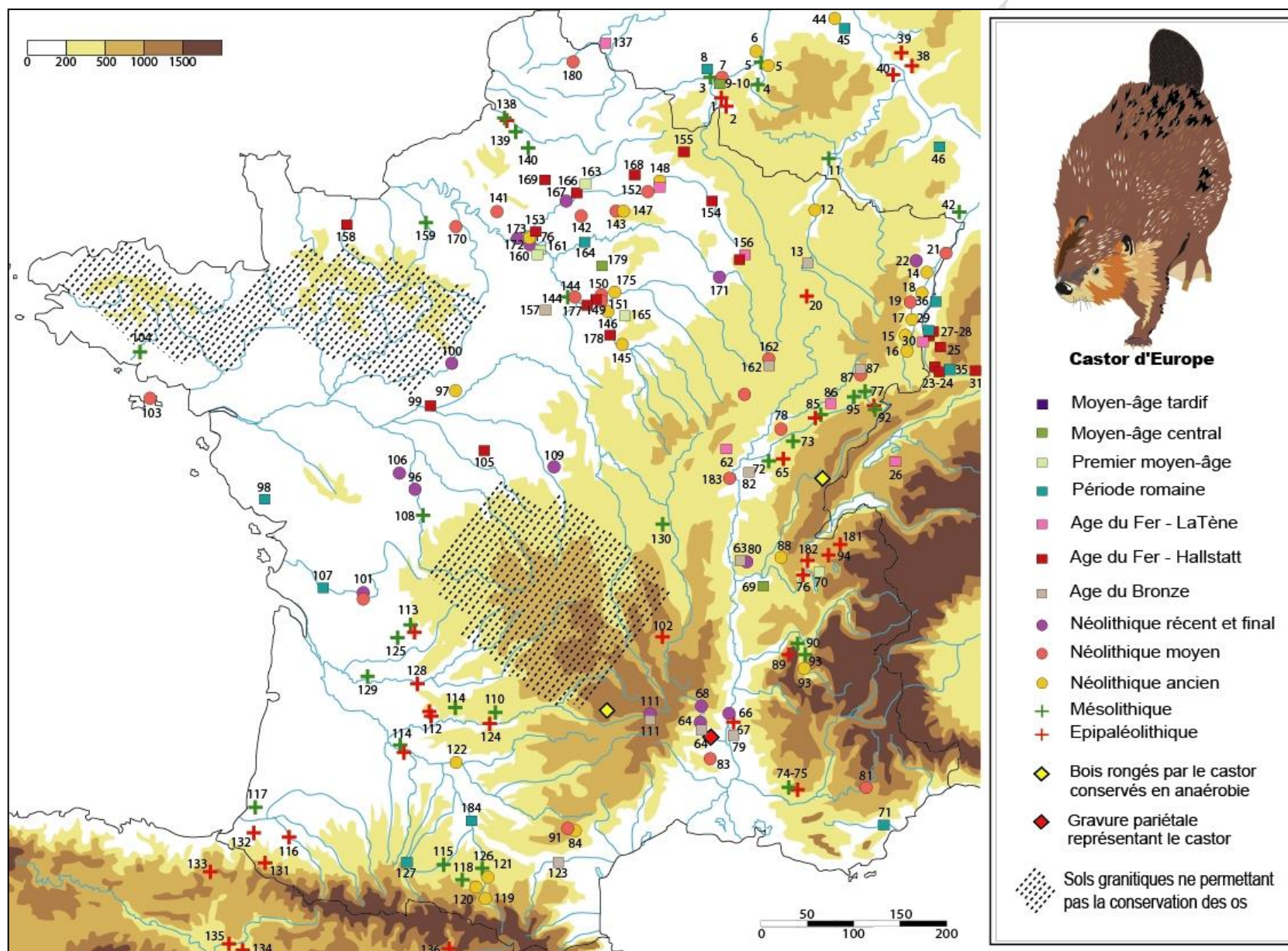
WELLS C. E., HODGKINSON D. & HUCKERBY E., 2000 – Evidence for the possible role of beaver in the prehistoric ontogenesis of a mire in northwest England, UK, The Holocene, 10 (4) : 503-508.

WOO M.K. & WADDINGTON J.M., 1990 – Effects of beaver dams on subarctic wetland hydrology, Arctic, 43 : 223-230.

ZAVYALOV N.A., 2002 – Beaver feeding behavior and its influence on different types of riparian forests of Darvinsky preserve, Forestry 6: 43-49.

ZVELEBIL M. & ROWLEY-CONWAY P., 1984 – Transition to farming in northern Europe: a hunter-gatherer perspective, Norwegian Archaeological Review, 17 : 104-128.

Figure 1





A 3D perspective illustration of a forest landscape. The ground is represented by a green plane, and the base of the scene is a brown, sloping terrain. Various types of trees, including deciduous and coniferous, are scattered across the landscape. A small white patch is visible on the green ground plane near the bottom right.

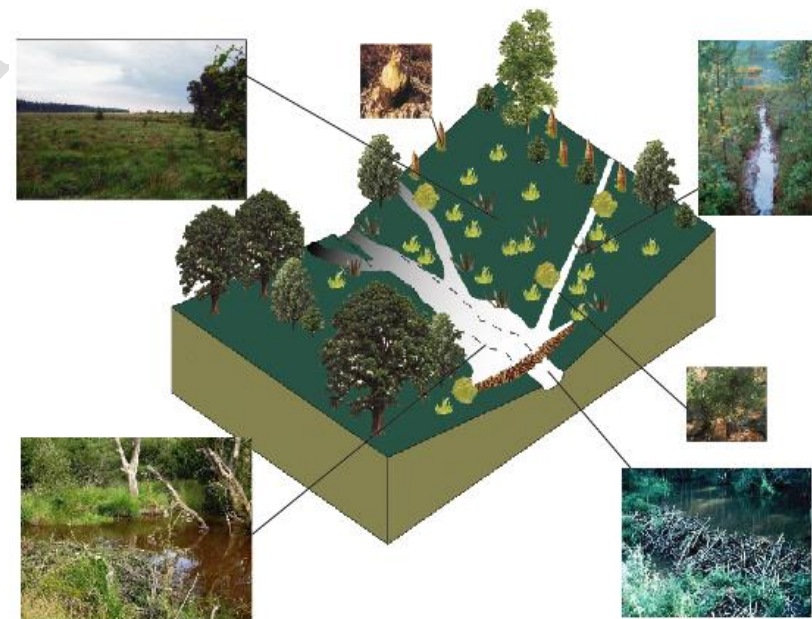


Figure 3

Étangs de 4 à 6 ans	Colonisation par des taxons flottants et facilement dispersibles
Étangs de 10 ans	Apparition de macrophytes type <i>Potamogeton sp.</i>
Étangs de 10 à 40 ans	Prolifération de <i>Potamogeton sp.</i>
Étang de plus de 40 ans	Apparition de macrophytes flottants type <i>Nymphaea sp.</i> et prolifération rapide
Étang de plus de 50 ans	Stabilisation de la diversification taxinomique puis déclin

Figure 4





Figure 5

